

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11260675 A**

(43) Date of publication of application: 24.09.99

(51) Int. Cl.

H01L 21/02

(21) Application number: 10059890

(22) Date of filing: 11.03.98

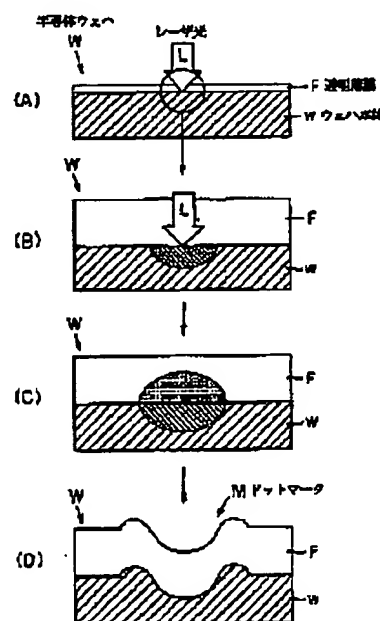
(71) Applicant: **KOMATSU LTD**(72) Inventor: **MATSUMURA YUKINORI
SUGIMOTO YUKIHIKO
HORI KOTARO**(54) METHOD FOR LASER MARKING ON
SEMICONDUCTOR WAFER

(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for dot marking by a laser beam, that prevents the adhesion of melted splashing particles on a wafer surface caused during laser marking and ensures visibility by keeping stable shapes of dot marks all the time, even after being subjected to a number of treatments and markings given in a number of steps in a semiconductor device manufacturing process.

SOLUTION: A transparent thin film F is formed at least in a dot mark M forming region of a semiconductor wafer main body W, and the dot mark M forming region is irradiated with a laser beam L having a preselected wavelength through the transparent thin film F. The laser beam 1 transmitted through the transparent thin film F melts and deforms the wafer main body W to form dot marks. At the same time, the heat which is generated when the wafer main body W is melted is used to change the transparent thin film F into the same form as dot marks without causing the destruction of the transparent thin film F.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-260675

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/02

H 0 1 L 21/02

A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-59890

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月11日

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 松村 幸紀

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究本部内

(72) 発明者 杉本 幸彦

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究本部内

(72) 発明者 堀 弘太郎

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究本部内

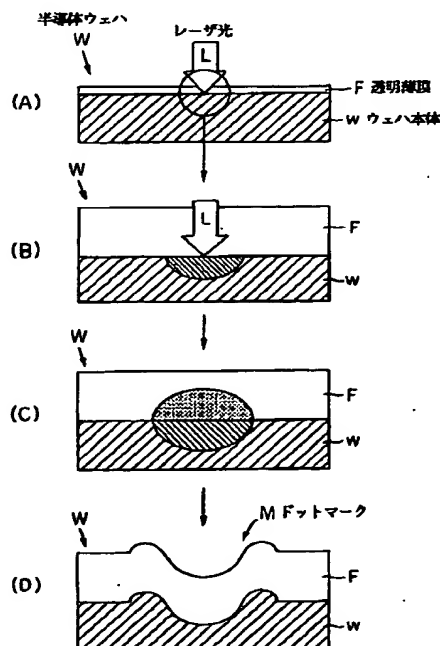
(74) 代理人 弁理士 野口 武男

(54) 【発明の名称】 半導体ウエハのレーザマーキング方法

(57) 【要約】

【課題】 レーザマーキング時に発生する溶融飛沫がウエハ表面に付着することを防止すると共に、半導体装置の製造工程において多様な処理と多段階で施されるマーキングを経たのちにも、常にドットマークの形態を安定に保持して視認性を確保するレーザ光による半導体ウエハのドットマーキング方法を提供するにある。

【解決手段】 半導体ウエハ本体(w) の少なくともドットマーク(M) の形成領域に透明薄膜(F) を形成し、予め選定された波長を有するレーザ光(L) を前記透明薄膜(F) の上から前記ドットマークの形成領域に照射して、前記透明薄膜(F) を透過する前記レーザ光(L) により前記ウエハ本体を溶融変形させてドットマークを形成すると同時に、前記ウエハ本体(w) の溶融時の発熱を利用して同透明薄膜(F) の破壊を伴うことなく前記ドットマーク(M) の変形に追従して同透明薄膜(F) を同様の形態に変形させる。



本発明方法の第1のドットマーク形成機構例を模式的に示す説明図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光を照射することにより半導体ウエハにドットマークを付与する方法であって、前記半導体ウエハ本体の少なくともドットマークの形成領域に透明薄膜を形成すること、

予め選定された波長を有するレーザ光を前記透明薄膜の上から前記ドットマークの形成領域に照射すること、前記透明薄膜を透過する前記レーザ光により前記ウエハ本体を熔融変形させてドットマークを形成すること、及び前記ウエハ本体の熔融時の発熱を利用し、同透明薄膜の破壊を伴うことなく前記ドットマークの変形に追従して同透明薄膜を同様の形態に変形させること、を含んでなることを特徴とする半導体ウエハのレーザマーキング方法。

【請求項2】 前記透明薄膜の膜厚が数10～2000Åである請求項1記載のレーザマーキング方法。

【請求項3】 更に、前記ドットマーク表面の前記透明薄膜による被膜を残して前記透明薄膜表面を平滑に加工することを含んでなる請求項1記載のレーザマーキング方法。

【請求項4】 前記レーザ光の波長を、前記透明薄膜に吸収されることなく、且つ前記ウエハ本体に吸収される値に選定する請求項1又は2記載のレーザマーキング方法。

【請求項5】 更に、前記レーザ光の照射に先立って前記薄膜を前記ウエハ本体と共に予め加熱することを含んでなる請求項4記載のレーザマーキング方法。

【請求項6】 前記レーザ光が前記透明薄膜に吸収されるがウエハ本体には吸収されない波長を有する第1レーザ光の照射手段と前記ウエハ本体に吸収されるが透明薄膜には吸収されない波長を有する第2レーザ光の照射手段とを備え、第1レーザ光を前記ドットマークの形成領域に照射し、前記透明薄膜を発熱させて予め軟化させること、

次いで第2レーザ光を前記第1レーザ光の照射領域に照射し、前記ウエハ本体を熔融変形させること、及び予め軟化状態にある前記透明薄膜を前記ウエハ本体の熔融時の発熱により変形させる請求項1又は2記載のレーザマーキング方法。

【請求項7】 前記ウエハ本体がシリコンウエハであり、前記透明薄膜がシリコン酸化膜、PSG膜又はBSG膜である請求項1又は2記載のレーザマーキング方法。

【請求項8】 前記半導体ウエハがシリコンウエハであり、前記透明薄膜がシリコン窒化膜又はアルミナ膜である請求項1又は2記載のレーザマーキング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はドットマークが付与された半導体ウエハとそのマーキング方法に関し、詳し

くはレーザ光によるドットマーキング時に発生する半導体ウエハ表面の汚染がなく、半導体の多様な製造工程を経てもドットの形態が維持され、全工程において視認性が確保されるドットマークが付された半導体ウエハとそのレーザ光によるドットマーキング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来も、レーザマーキング時に半導体ウエハの蒸発による飛沫が半導体ウエハの表面に付着することを避けるため、マーキング前に予め半導体ウエハ表面に保護膜を形成し、同保護膜の表面にレーザ光を照射して、同保護膜と共に半導体ウエハ表面にマークを刻印することが、特開昭59-17235号公報、特開昭61-95990号公報などに開示されている。

【0003】 例えば、前記特開昭59-17235号公報に開示されたレーザマーキング方法によれば、半導体ウエハ表面の全体または一部に、シリコン酸化膜などの透過保護膜を形成し、同保護膜の上から高エネルギー密度のレーザ光を照射し、前記保護膜を損壊させつつ半導体ウエハ表面に刻印などを形成し、次いで前記保護膜を除去するものである。このマーキング法に従えば、加工時の飛沫は保護膜の表面に付着し、保護膜の除去と共に付着物も一緒に除去され、その後に簡単な洗浄を行えば済むというものである。上記特開昭61-95990号公報では、前記シリコン酸化膜に代えて有機質膜が使われるものであり、このレーザマーキング方法でもマーキング時に発生するウエハの熔融飛沫の全てが熔融状態にある樹脂膜に付着し、ウエハには直接飛沫が付着することとはなく、以降の樹脂膜の除去と洗浄により高品質のドットマーク付き半導体ウエハが得られるというものである。

【0004】 ところで、半導体製造工程にあっては、各工程ごとに多様で且つ厳密な製造条件を設定する必要があり、これらを管理するために、半導体ウエハの一部表面に数字、文字或いはバーコードなどからなるマークがドット表示される。しかして、半導体の製造工程数は100工程以上にもおよび、しかも各工程において多数の素子形成処理や平坦化処理がなされる。これらの処理には、例えばレジスト塗布、レジスト上へのパターンの縮小投影やレジスト現像、或いは銅配線などにより発生するギャップの埋め込みのための絶縁膜や金属膜などの各種の成膜による平坦化がある。

【0005】 一方、上記ドットによるマーキングは、通常、一回のマーキングで終わらず、各製造工程の履歴特性を知るために、各製造工程にて必要最小限の履歴データをマーキングすることが多い。しかしながら、半導体ウエハにおけるマーキングは極めて狭い領域に限られているため、マーキングされるドットの大きさ及び数にも限界があり、そのマーキング領域の広さ、ドットの大きさ、ドット数がSEMI規格などにより規定されている。通常、この種のマーキングは、例えば特開平6-3

01690号公報や特開平2-299216号公報にも開示されているごとく、半導体ウエハのオリエンテーションフラット部の近傍や各チップの集積回路加工面の周辺部の余白領域に、製造された半導体装置の品種名、ロット名、ウエハ番号などの識別コードがマーキングされる。

【0006】こうしてドットマーキングがなされた半導体ウエハは、例えば特開平2-299216号公報に開示されている如く、He-Neレーザのレーザ光の照射による反射率の変化、或いは通常のレーザ光の熱波の振動の変化として読み取られ、その読み取られた情報に基づき、以降の製造工程における各種の製造条件が設定される。従って、前述の読み取りが正確になされず、誤った情報として読み取る場合には、偶然を除くと全てが不良品となる。その読み取り不良の原因の大半はドットマークの不鮮明さに基づいている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ドットマーキングがなされる部位が上述の如く集積回路の加工面であるかぎり、たとえその余白領域であっても、上述のドットマークに対する読み取りやすさが維持される保障はない。特に、ドットマークの形成領域が半導体ウエハの周縁部分である場合には、上述のごとく多様な成膜工程とその部分的な除膜工程が繰り返されること、またウエハ周辺部が特に把持と開放の繰り返される領域であることから表面管理が他の部分よりもしにくいこと、そのため前記成膜時、或いは同膜の除去時に、前記成膜のためドットマークが埋め込まれ、或いは除膜が過剰に過ぎてマーク深さが浅くなりやすいことから、複数の処理を経るたびにその読み取りやすさが低下する。

【0008】一方、上記各公報に開示されたマーキング方法によれば、そのいずれもマーキング時に保護膜をレーザ光により破壊し、その下にある半導体ウエハにドットマークを施すものであり、マーキング時に発生する飛沫がウエハ表面に付着することは防止できるものの、前記保護膜はマーキングの都度ウエハから除去され、次のマーキング時には改めて保護膜を形成しなければならず、これが何回かにわたり繰り返されることになる。そのため、前回までにマーキングされたマークにもその都度同様の新たに保護膜が形成されることになり、同マークがその保護膜により埋没したり、各種の成膜の除去時にドットマークが削られたりしてマーク形態が大きく変化し、後半の処理工程になればなるほど先に形成されたマークの読み取りがしにくくなる。

【0009】本発明はこうした従来の課題を解決すべくなされたものであり、その第1の目的はレーザマーキング時に発生する溶融飛沫がウエハ表面に付着することを防止することであり、第2の目的は半導体装置の製造工程において多様な処理と多段で施されるマーキングを経てのちにも、常にドットマークの形態を安定して保持し

視認性を確保する半導体ウエハとそのドットマーキング方法にある。その他の目的は、以降の説明から更に明らかになる。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題は本件請求項1～8のドットマーキング方法により解決される。本件請求項1に係る発明は、レーザ光を照射することにより半導体ウエハにドットマークを付与する方法であって、前記半導体ウエハ本体の少なくともドットマークの形成領域に透明薄膜を形成すること、予め選定された波長を有するレーザ光を前記透明薄膜の上から前記ドットマークの形成領域に照射すること、前記透明薄膜を透過する前記レーザ光により前記ウエハ本体を溶融変形させてドットマークを形成すること、及び前記ウエハ本体の溶融時の発熱を利用し、同透明薄膜の破壊を伴うことなく前記ドットマークの変形に追従して同透明薄膜を同様の形態に変形させることを含んでなることを特徴としている。

【0011】すなわち、本発明にあっては、従来のように半導体ウエハ本体の表面に形成する保護膜を、レーザマーカによるドットマークの刻印と同時に破壊してから同保護膜を除去して、マーキング時に発生するウエハ本体の溶融飛沫によるウエハ本体の汚染を防止する方法とは異なり、レーザマーキング時にウエハ本体の溶融変形と共に透明薄膜を破壊することなく、ウエハ本体の発熱を利用して軟化或いは溶融させて同様のマーク形態に変形させるものである。

【0012】その結果、透明薄膜をウエハ本体に成膜したのちは、同透明薄膜は破壊せず同薄膜下に残るため、以降の半導体製造工程における多様な成膜と除膜の繰り返しによっても、ドットマークの形態が変形しないため、その読み取りが常に正確になされるばかりでなく、従来と同様の保護膜としても機能するためウエハ本体に飛沫などによる汚染をも防止できる。

【0013】請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明にあって前記透明薄膜の膜厚を数10～20000Åの範囲に規定するものであり、かかる膜厚の範囲を外れると膜厚を破壊することなくドットマークを形成することが不可能になる。

【0014】請求項3に係る発明は、更に、前記ドットマーク表面の前記透明薄膜による被膜を残して前記透明薄膜表面を平滑に加工することを含んでいる。これは前記透明薄膜の上からレーザマーキングが施されたのちに形成される各種の成膜をエッチングなどにより除去するとき、同成膜を完全に除去するために透明薄膜の突出部分をも除去する場合があるが、そのときにも同薄膜を所要の膜厚分を残して除去することにより、ドットマークの形態を変化させることなく、以降の工程におけるマークの読み取りが保証できる。

【0015】請求項4及び5に係る発明は、透明薄膜を

破壊することなくドットマークの形成と同時に透明薄膜を軟化或いは熔融変形させる具体的な手法を規定するものであり、第1の手法は前記レーザ光の波長を、前記透明薄膜に吸収されることなく、且つ前記ウエハ本体に吸収される値に選定して透明薄膜の上からレーザマーキングを施すものであり、その第2の手法は、前記手法をなすにあたって、更に、前記レーザ光の照射に先立って前記薄膜を前記ウエハ本体と共に適当な加熱手段により予め加熱するものである。前記第2の手法によれば、透明薄膜の膜厚が大きい場合に特に適しており、レーザ光のエネルギーの投入が効率的になされる。

【0016】また、請求項6に係る発明は、同じく透明薄膜を破壊することなくドットマークの形成と同時に透明薄膜を軟化或いは熔融変形させる具体的な第3の手法を規定するものであり、その第3の手法によれば前記レーザ光が前記透明薄膜に吸収されるがウエハ本体には吸収されない波長を有する第1レーザ光の照射手段と前記ウエハ本体に吸収されるが透明薄膜には吸収されない波長を有する第2レーザ光の照射手段とを備え、第1レーザ光を前記ドットマークの形成領域に照射し、前記透明薄膜を発熱させて予め軟化させること、次いで第2レーザ光を前記第1レーザ光の照射領域に照射し、前記ウエハ本体を熔融変形させること、及び予め軟化状態にある前記透明薄膜を前記ウエハ本体の熔融時の発熱により変形させるものであって、前記透明薄膜の膜厚が特に大きいときのマーキングに適している。

【0017】請求項7及び請求項8に係る発明は、上記請求項1に係る発明を実施するにあたり、好適な半導体ウエハ本体と前記透明薄膜の材質を規定するものであり、前記ウエハ本体がシリコンウエハであり、前記透明薄膜がシリコン酸化膜、PSG膜又はBSG膜である場合と、前記透明薄膜がシリコン窒化膜又はアルミナ膜である場合とを挙げている。

【0018】ここで、前記シリコン酸化膜、PSG膜又はBSG膜はシリコン系ガラスであるため、液状にまで熔融させずに軟化状態となるまで加熱してウエハ本体のドットマークと同様の形態に変形させる。一方、前記シリコン窒化膜又はアルミナ膜は結晶体からなるため、透明薄膜の融点まで加熱して熔融状態として変形させるのに適している。

【0019】

【発明の実施形態】以下、本発明の好適な実施の形態を図面を参照しつつ具体的に説明する。図2は、従来の表面にドットマークM'を有する半導体ウエハW'の成膜形成時のドットマーク形態と、その成膜の除去時の前記ドットマークM'の形態変化とを示している。

【0020】同図(A)に示すように半導体ウエハW'のドットマーク形成領域には、その本体表面に、例えばレーザ光の照射により孔周辺に盛り上がり部をもつ藤壺型の孔形状からなるドットマークM'が直接形成され

る。かかる形状のドットマークM'が形成された半導体ウエハW'の表面に、例えば同図(B)に示すように絶縁膜や金属膜などの各種の成膜Sが形成されてから、ウエハ表面に半導体装置の製造に必要な所要の加工がなされ、その後に前記成膜Sがエッチングなどにより除去される。

【0021】このとき、前記ドットマークM'が、例えば半導体ウエハW'の最も管理状態がよくない周辺部に形成されている場合には、同図(C)に示すようにドットマークM'の孔内に成膜Fの一部が残されたり、或いはドットマークの周辺盛り上がり部が削り取られたりして、ドットマークM'の形態が大きく変化してしまう。かかる形態変化はドットマークM'を読み取りにくくし、場合によってはその読み取りを不可能にしてしまう。

【0022】図1(A)は本発明のマーキング方法により透明薄膜Fの上からレーザ光を照射してドットマークが付された半導体ウエハWの断面構造を示しており、透明薄膜Fはウエハ本体に形成されたマーク形状に倣った形状を有している。同図(B)はドットマーク付きの同半導体ウエハに更に他の成膜Sが形成された断面図、同図(C)は前記成膜Sが除去された同ウエハWの断面図である。

【0023】同図(A)から理解できるように、本実施例方法により得られるドットマーク付き半導体ウエハWは、ウエハ本体wの表面にレーザマーカによりドットマークが形成されるとき、上記透明薄膜Fにも同薄膜が破壊されずに同様の形状のマークが付される。この透明薄膜Fには多様な材質が採用でき、例えばシリコン酸化膜、PSG膜、BSG膜、シリコン窒化膜、アルミナ膜、ポリイミド膜などを挙げることができる。

【0024】図3は本発明のドットマーキング方法により形成される代表的なドットマーク形状例を挙げている。同図(A)は上記図2(A)に示したマーク形態とおなじであり、そのウエハ本体wに形成されるマーク形態は従来のそれと変わるところがない。本実施例によるかかる形態のドットマークMの大きさは、加工径が10~25μmである。

【0025】一方、同図(B)に示すドット形態は、同図からも明らかなように、ほぼ半球状にウエハ本体wの表面から外部に突出した形態を呈している。かかる形態は、レーザ光の投入エネルギーを適当な値に制御することにより、形成することができるものであり、その形成機構は明らかではないが、水滴を水面に落としたときにできる瞬間的な水面の滴下中心部の盛り上がり現象と同様であると考えられ、レーザ光の照射中心部がシリコンの瞬時の熔融により、一旦下方に凹んだのち盛り上がり固化すると考えられる。本実施例によるかかる形態のドットマークMの大きさは、加工径が15μm以下の極めて微小なものである。

【0026】図3(C)はレーザ光の照射幅を大きくしたときに形成されるマーク形態を示しており、同心を中心としてリング状の凹凸マークが複数形成される。その形成機構も明らかではないが、例えば光の解析現象による影響ではないかと考えられる。本実施例によるかかる形態のドットマークMの大きさは、加工径が15 μ m以上となる。

【0027】上述の形態を有する本実施例によるドットマーキング方法が適用された半導体ウエハWにも、図1(B)に示すごとく様々な種類の成膜Sが形成され、半導体製造のために所定の加工がなされたのち、それらの成膜Sがエッチングなどにより除去される。このときの本発明による半導体ウエハWの断面構造を同図(C)に示している。

【0028】同図からも理解できるように、前記成膜Sが除去されたのちにおいてもウエハ本体wに形成されたドットマーク形態はマーキング時の形態を保持することができるため、成膜Sが除去されたのちにおいてもドットマークMを常に正確に読み取ることができる。更に、かかる構造からなるドットマークMは、以降の多段の製造工程において成膜・除膜が繰り返されても、透明薄膜Fを残存させることにより、そのマーク形態が変化しないため正確な読み取りが保障される。

【0029】次に、前述のウエハ本体wと透明薄膜Fとの積層構造からなる半導体ウエハWに対するレーザ光の照射によるドットマークの代表的な形成機構を、シリコンの単結晶からなるウエハ本体wの表面に各種の透明薄膜Fを形成した半導体ウエハWについて具体的に説明する。

【0030】図4は本発明のドットマーキング方法による半導体ウエハWに対するドットマークの第1形成機構例を模式的に示す説明図である。このドットマーク形成機構例によれば、先ずウエハ本体wのドット形成側表面に、同図(A)に示すように透明薄膜Fを形成する。この透明薄膜Fとしては既述したように多様な材質を採用できるが、本発明がドットマーキング時に前記透明薄膜Fを破壊せずにドットマークを形成することが肝要である。因みに、シリコンウエハの融点が1410℃であって、合成樹脂としては高融点であるポリイミドの分解温度が800℃であることから、本発明では高分子材料を*

*上記透明薄膜Fとして採用することは不可能である。

【0031】ウエハ本体wの表面に透明薄膜Fを形成したのちに、同薄膜Fの上からレーザ光を照射して透明薄膜Fを破壊することなく、同透明薄膜Fと共にウエハ本体wにドットマークMを形成するのに適した透過薄膜として、既述したシリコン酸化膜、PSG膜、BSG膜、シリコン窒化膜、或いはアルミナ膜を採用することが望ましい。特に、CVD法による成膜が容易であり且つ高温による破壊が少ないシリコン酸化膜やアルミナ膜が好ましい。因みに、シリコン酸化膜の軟化点は1600℃、PSG膜及びBSG膜の軟化点は900℃付近、アルミナ膜の融点は2055℃である。

【0032】上述の透明薄膜のうち、シリコン酸化膜、PSG膜、BSG膜はガラスであるため、それらの軟化点で液化することなく粘性の大きな組成変形が可能な状態となり、ウエハ本体wの表面にこれらの透明薄膜Fを形成した半導体ウエハWに、適当なエネルギーと波長をもつレーザ光を前記透明薄膜Fを通してウエハ本体wに照射すると、前記軟化点を越えても粘性を示し、特にシリコン酸化膜にあっては1600～2600℃付近までは、水の100万倍以上の粘性を有しており、シリコンウエハ本体の溶融物が飛散するときのエネルギーにも十分耐え得るため、膜自体が飛散することが抑制され、既に溶融しているシリコンと共に加工が可能となる。

【0033】一方、上記アルミナ膜やシリコン窒化膜は結晶質であるため、その融点にて熔融液化する。従って、例えばアルミナの融点2055℃にてアルミナ膜は溶融し、既に溶融しているシリコンと共に加工することができる。

【0034】かくてウエハ本体wの表面に透明薄膜Fが形成された半導体ウエハWのドットマーキング領域にレーザ光を照射してドットマークMを刻印する。このとき、本実施例にあっては、照射するレーザ光の波長をシリコンウエハには吸収されるが、透明薄膜Fに吸収されない波長を選択することが肝要である。

【0035】例えば、前記透明薄膜Fの素材がシリコン酸化膜、PSG膜・BSG膜である場合の各種レーザとその波長による前記透明薄膜のレーザ光吸収性能を示すと次のとおりである。

	波長	SiO ₂	PSG・BSG
CO ₂ レーザ	10.6 μ m	吸収	吸収
YAGレーザ	1.06 μ m	透過	透過
YAGレーザ(2 ω)	532nm	透過	透過
YAGレーザ(3 ω)	335nm	透過	透過
YAGレーザ(4 ω)	251nm	透過	吸収
K _r Fエキシマレーザ	248nm	透過	吸収
YAGレーザ(5 ω)	201nm	吸収	吸収
K _r Fエキシマレーザ	192nm	吸収	吸収

従って、本実施例にあっては、透明薄膜Fとしてはシリ

又は2次高調波に制御されたYAGレーザ、或いは半導体レーザなどが使われる。

【0036】このように波長が選択されたレーザマーキング装置を使って、透明薄膜Fが形成された半導体ウエハWのドットマーキング領域の所定箇所に、図4(B)に示すように透明薄膜Fの上からパルスレーザ光を照射する。この照射により、レーザ光は単に透過薄膜Fを透過して、シリコンウエハ本体wの表面で吸収され、そのエネルギーにより発熱して溶融する。この溶融と同時に、同図(C)に示すように前記発熱が透明薄膜Fに伝達され、透明薄膜Fを軟化させる。前記ウエハ本体wが溶融により変形して、既述したような周囲に盛り上がり部を有する藤壺型の微小な孔形状が形成される。このウエハ本体wの変形時に、前記透明薄膜Fは軟化しているため、同図(D)に示すようにウエハ本体wの変形に追従して破壊することなく前記孔形状に類似する形態に変形する。

【0037】ドットマークMの加工形状は、レーザエネルギー、レーザ照射時間、レーザ照射面積、透明薄膜Fの膜厚、透明薄膜Fの粘度などの様々な要因により多様に変化させることができる。従って、図示例では前記ドットマークMの形状を藤壺型に孔形状としているが、例えばウエハ面から外部にほぼ半球状に突出させることもできる。しかして、レーザ光による投入エネルギーが大きすぎると、シリコンウエハ本体の蒸気圧が高くなりすぎて、透明薄膜Fを突き破ってしまい、溶融シリコンが外部に飛散することになる。また、レーザ光による投入エネルギーが小さい場合には全くマーキング加工がなされない。そして、これらのレーザ光の投入エネルギーはレーザ光のパルス幅と相関のあることが判明した。しかし、透明薄膜Mが形成された半導体ウエハWに対する本発明のドットマーキング方法を実施するにあたり、前記投入エネルギーをパルス幅により一義的に決めることはできず、透明薄膜Fの材質や膜厚にも影響される。

【0038】従って、本発明の半導体ウエハに対するドットマーキングの加工条件は、主に照射するレーザ光のパルス幅と透明薄膜Fの膜厚により決定される。図5は透明薄膜Fとしてシリコン酸化膜を使った場合の、同酸化膜を破壊させることなくシリコンウエハ本体wの表面に所望のドットマークが形成できるエネルギーの上下限界値を示すとともに、同エネルギーとレーザのパルス幅との相関を示している。前記上限値は、その値以上のエネルギーを投入すると、透明薄膜Fが破壊してしまう値であり、下限値はその値以下であるとシリコンウエハ本体wにマーキングMが形成することができない値である。

【0039】この図からも理解できるように、レーザ光の半導体ウエハWに対する投入エネルギーはレーザ光のパルス幅を大きくすると比例的に増加しているが、上下限界値はパルス幅を増加させると、その開きが大きくな

ている。これはパルス幅が伸びることにより、シリコンの温度変化が緩やかになり、シリコンとシリコン酸化膜の溶融・変形の過程がゆっくりと進行するようになるため、衝撃的な力がかかりにくくなり、他界エネルギーのレーザ光に対してもシリコン酸化膜が耐えられるためと考えられる。本実施例にあっては、透明薄膜の破壊を確実に阻止して安定してマーキングが行えるように、パルス幅を90~400nsecの範囲でマーキングする。この範囲外であっても、少なくとも10nsecまでの範囲では同様の考え方が適用できる。

【0040】図6は透明薄膜Fとしてシリコン酸化膜を使い、レーザ光のパルス幅を90nmで本発明によるドットマーキングを行ったときの、破壊を伴わない透明薄膜Fの上限膜厚とレーザ光の投入エネルギーとの相関を示している。なお、本実施例において、レーザ光の前記投入エネルギーは、レーザ発振器から出射されるレーザ光を図示せぬ減光フィルターを介して増減光調整することにより制御しており、図5におけるレーザパルス幅が90~100nsecのときの透明薄膜Fの膜厚が、図6ではほぼ2500Åであって、レーザエネルギー(J/cm²)がほぼ1の値に相当している。

【0041】図6によれば、本発明のレーザマーキング法に従ってマーキングを行うにあたり、レーザパルス幅を90nsecに設定したとき、本実施例によれば少なくともレーザエネルギーが1.2~0.7(J/cm²)の範囲内では、シリコン酸化膜(透明膜F)の膜厚が1400~4100Åの範囲内で破壊されずに加工が可能であり、しかもその膜厚はレーザエネルギーの減少に伴ってマイナスの勾配で直線的に減少することが理解できる。なお、これらの破壊されない状態で加工が可能である膜厚の変化に対するレーザエネルギーの変化は、前記膜厚が1400Å以下、或いは4100Å以上にあっても同様な勾配をもって直線的に変化するものではなく、前記1400~4100Åの範囲外ではレーザエネルギーは1.2(J/cm²)、或いは0.7(J/cm²)の値で加工が可能となる。

【0042】かかる破壊されない透明薄膜Fの膜厚とレーザエネルギーとの関係は、膜厚が薄いほどシリコンウエハ本体wからの透明薄膜Fに対する熱量の伝達が速やかになされ、同薄膜Fの熱量分布の均一化速度が速いため、同透明薄膜Fの肉厚方向に全体が溶融あるいは軟化しやすいため、大きなレーザエネルギーによっても破壊されず、一方、透明薄膜Fの肉厚が大きくなると前記熱量の伝達が肉厚方向に速やかになされないため、ウエハ本体側と外気側とでは熱量分布が異なり、その膨張差により脆性の高い透明薄膜Fでは瞬時に破裂しやすくなるためであると考えられる。

【0043】既述したように、半導体製造時には半導体ウエハWの表面には多段階で各種の成膜と除膜とが繰り返され、同様にレーザ光による各種の管理用ドットマー

キングが多段階でなされる。かかる場合には、前記透明薄膜Fの膜厚変化を検出し、そのマーキング時における膜厚に応じてレーザ光の投入エネルギーを制御すれば、一旦成膜された透明薄膜Fを破壊することなく最終のドットマーキングが行える。そのため、半導体製造工程中、過去に付されたドットマークMの形状が維持されることになり、その検出の正確さも最後まで失われることがない。

【0044】図7は本発明によるドットマークの他の形成機構例を示している。このドットマーク形成機構例は特に透明薄膜Fの膜厚が大きい場合に適する手法であり、先ず同図(A)に示すようにレーザ光をウエハ本体wには吸収させずに、透明薄膜Fだけにレーザ光を吸収させるようなレーザ光Laを選択し、同薄膜Fの上から同第1のレーザ光Laを照射して、同薄膜Fのみ予め加熱し軟化させる。次いで、同図(B)に示すようにウエハ本体wには吸収されるが透明薄膜Fには吸収されない第2のレーザ光Lbを選択し、その第2レーザ光Lbを透明薄膜Fの上から照射し、ウエハ本体wにだけ同レーザ光Lbを吸収させて発熱させる。

【0045】こうして第1レーザ光Laと第2レーザ光Lbとの2段階照射により、同図(C)に示すように第1レーザ光Laによる透明薄膜F自体の軟化と、第2レーザ光Lbによるウエハ本体wの発熱により、透明薄膜Fを一様に軟化させ、同透明薄膜の変形をしやすいとする。その結果、同図(D)に示すようにウエハ本体wの変形に伴って透明薄膜Fも速やかに変形し、透明薄膜Fにより被覆されたドットマークMが形成される。この例では、前記ドットマークMは半導体ウエハWの表面から半球状に外部に突出した形態を有している例である。

【0046】図8は、前述のドットマーキングを実施するに適したレーザマーキング装置の一例を示している。この例によれば、上記第1及び第2のレーザ光を独立する2基のレーザ光源から別個に出射させている。すなわち、第1レーザ光源1からのレーザ光Laを反射鏡4により反射させて、マーキング領域のマーク形成点を含む周辺を照射する。このときのレーザ光Laの波長と照射タイミングはコントローラ3により制御される。透明薄膜Fの軟化がなされた時点を見計らって、第1レーザ光源1からの照射を停止させると同時に、第2レーザ光源2からの照射を開始し、反射鏡5a、5b及び集光レンズ6を介してウエハ本体wを熔融変形させると共に透明薄膜Fをも変形させる。

【0047】図9は単基のレーザ光源7を使って上述の2段階のレーザ光La、Lbを照射するレーザマーキング装置の例を示している。この装置例によれば、単基のレーザ光源7からのレーザ光をハーフミラー8を介して2つの光路に分岐させ、一方の光路のレーザ光を波長変換素子9を介して、ウエハ本体wには吸収されないが、透明薄膜Fに吸収される波長に変換して上述の例と同様

に反射鏡を使ってマーキング領域のマーク形成点を含む周辺を照射させる。また、前記ハーフミラー8により分岐された他方のレーザ光はそもそもがウエハ本体wには吸収されるが透明薄膜Fには吸収されない波長をもっており、上述の例と同様にハーフミラー8を透過した同レーザ光Lbは反射鏡5a、5b及び集光レンズ6を介してウエハ本体wに照射され、同ウエハ本体wを熔融変形させると共に透明薄膜Fをも変形させる。

【0048】図10は、前記ドットマーク形成機構例と同様に2段階加熱によりドットマークを形成する例であるが、この機構例では同図(A)に示すように先ず透明薄膜Fと共にウエハ本体wをも同時に加熱昇温させておくものである。すなわち、本機構例では先ず半導体ウエハWの全体を例えば加熱炉などで予熱しておき、次いで同図(B)に示すように上記第1のドットマーク形成例と同様に透明薄膜Fには吸収されないが、ウエハ本体wに吸収される波長に選定されたレーザ光を透明薄膜Fの上から照射し、同図(C)に示すようにウエハ本体wにだけレーザ光を吸収させて、そのときの発熱を利用して透明薄膜Fを軟化させると同時にウエハ本体w自体も熔融変形して、透明薄膜Fを変形させ、同図(D)に示すような形態をもつドットマークMを形成する。

【0049】以上の説明は、本発明のレーザマーキング方法の典型的な実施の形態を述べたものであり、本発明が特許請求の範囲に記載した範囲内で多様な変更が可能であることは容易に理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明により形成されたドットマーク付き半導体ウエハの以降になされる成膜とその除去によるドットマークの形態変化説明図である。

【図2】従来のドットマーク付き半導体ウエハの以降になされる成膜とその除去によるドットマークの形態変化説明図である。

【図3】本発明方法により形成されるドットマークの形態例を示す説明図である。

【図4】本発明方法の第1のドットマーク形成機構例を模式的に示す説明図である。

【図5】透明薄膜を破壊させない上下限度値とその加工可能なレーザエネルギー及びレーザパルス幅の相関とを示す説明図である。

【図6】透明薄膜を破壊させずに加工が可能な透明薄膜の膜厚とレーザエネルギーとの相関を示す説明図である。

【図7】本発明方法の第2のドットマーク形成機構例を模式的に示す説明図である。

【図8】前記ドットマーク形成機構例を実施するためのレーザドットマーキング装置例を示す模式図である。

【図9】前記ドットマーク形成機構例を実施するための他のレーザドットマーキング装置例を示す模式図である。

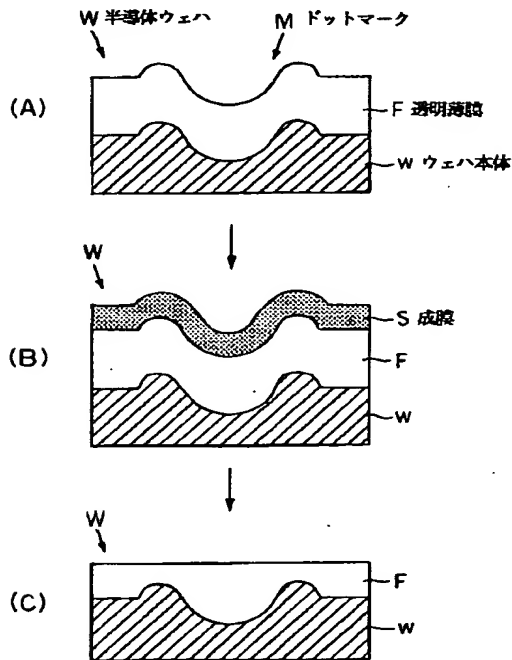
13

【図10】本発明方法の第3のドットマーク形成機構例を模式的に示す説明図である。

【符号の説明】

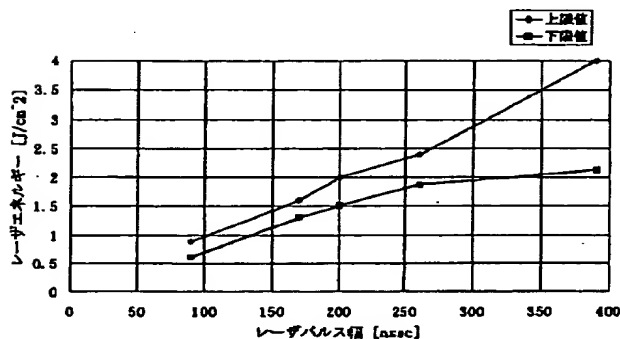
- 1 第1レーザ光源
2 第2レーザ光源
3 コントローラ
4, 5 a, 5 b 反射鏡
6 集光レンズ
7 レーザ光源

【図1】



本発明により形成されたドットマーク付き半導体ウエハの以降になされる成膜とその除去によるドットマークの形態変化説明図

【図5】

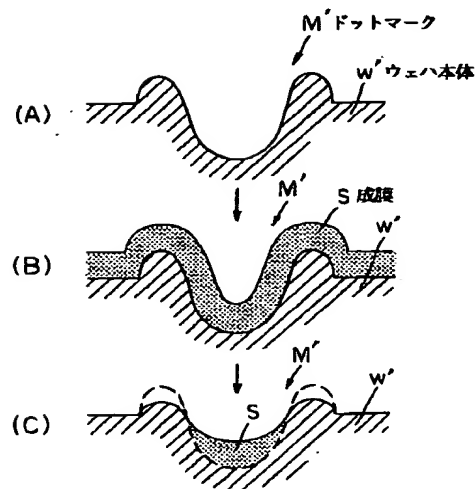


透明薄膜を破壊させない上下限度値とその加工可能なレーザーエネルギー及びレーザーパルス幅の相関とを示す説明図

14

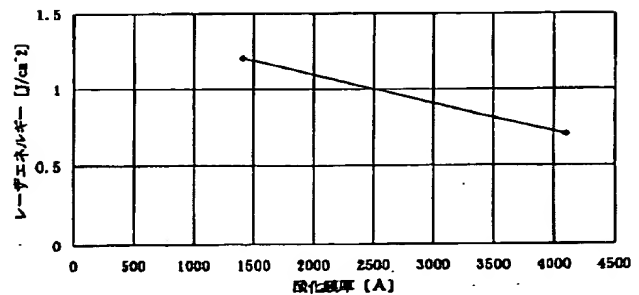
- 8 ハーフミラー
9 波長変換素子
W, W' 半導体ウエハ
w, w' ウエハ本体
F 透明薄膜(シリコン酸化膜)
S (半導体製造時の)成膜
M ドットマーク
L レーザ光
L a, L b 第1及び第2レーザ光

【図2】



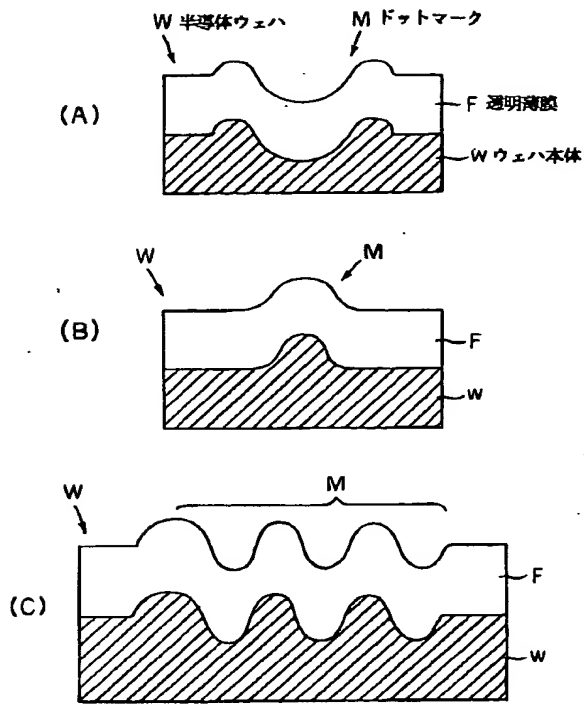
従来のドットマーク付き半導体ウエハの以降になされる成膜とその除去によるドットマークの形態変化説明図

【図6】



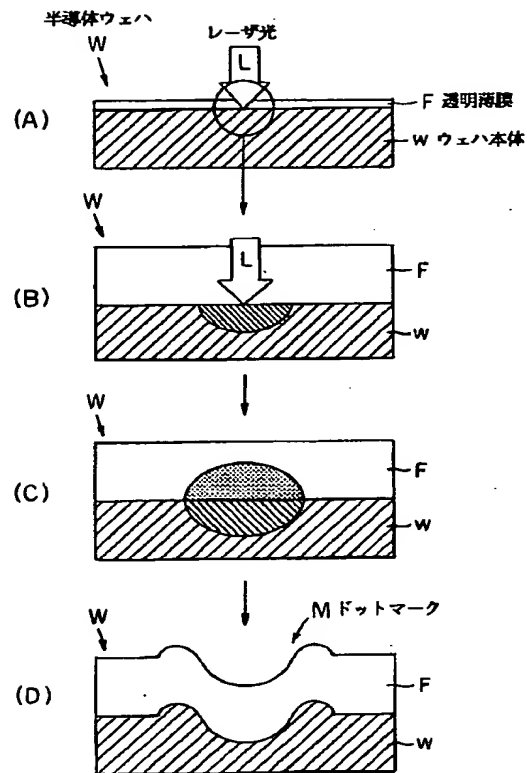
透明薄膜を破壊させずに加工が可能な透明薄膜の膜厚とレーザーエネルギーとの相関を示す説明図

【図 3】



本発明方法により形成されるドットマークの形態例を示す説明図

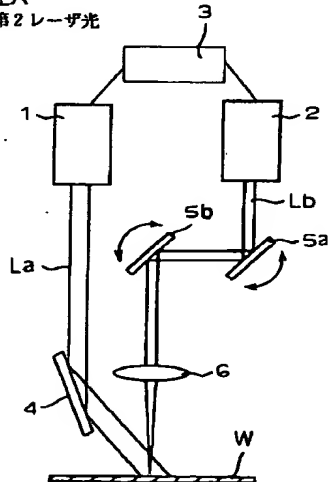
【図 4】



本発明方法の第1のドットマーク形成機構例を模式的に示す説明図

【図 8】

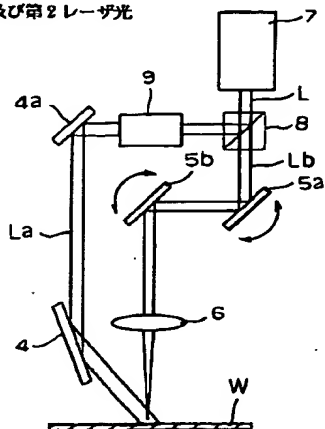
- 1 第1レーザー光源
 2 第2レーザー光源
 3 コントローラ
 4, 5a, 5b 反射鏡
 6 集光レンズ
 W 半導体ウェハ
 La, Lb 第1及び第2レーザー光



前記ドットマーク形成機構例を実施するためのレーザードットマーキング装置例を示す模式図

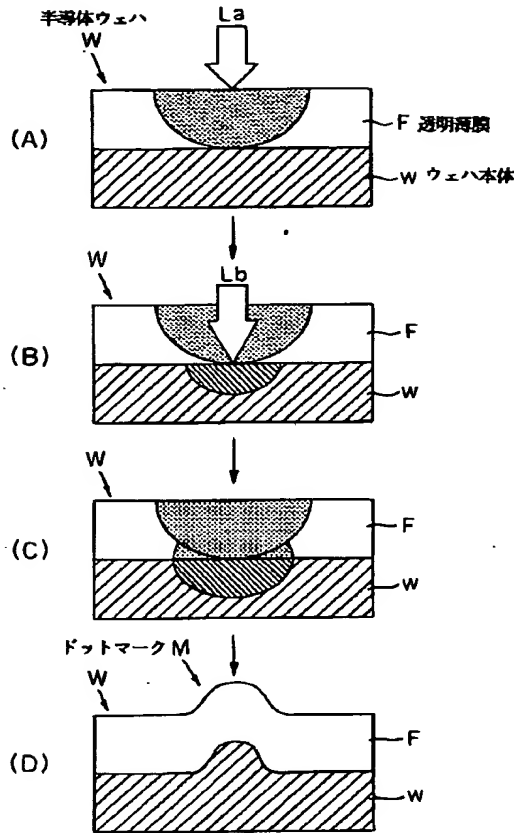
【図 9】

- 4, 4a, 5a, 5b 反射鏡
 6 集光レンズ
 7 レーザ光源
 8 ハーフミラー
 9 波長変換素子
 W 半導体ウェハ
 L レーザ光
 La, Lb 第1及び第2レーザー光



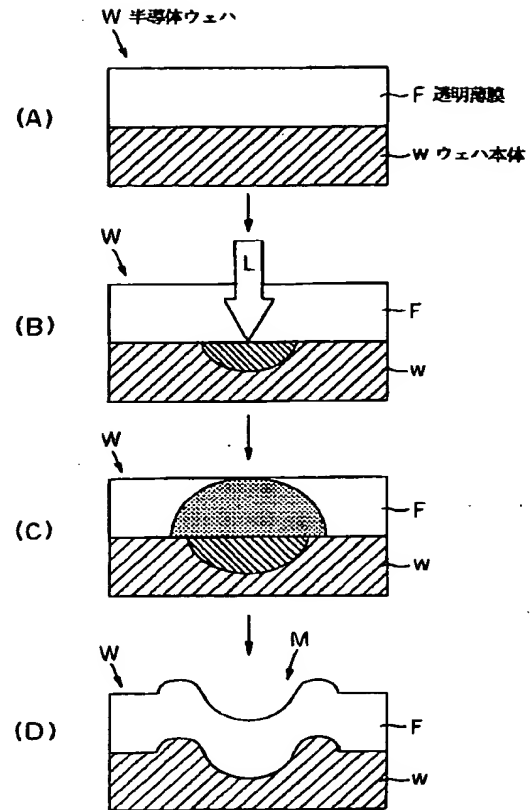
前記ドットマーク形成機構例を実施するためのレーザードットマーキング装置例を示す模式図

【図 7】



本発明方法の第2のドットマーク形成機構例を模式的に示す説明図

【図 10】



本発明方法の第3のドットマーク形成機構例を模式的に示す説明図

【手続補正書】

【提出日】平成11年4月22日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】 図3(C)はレーザー光の照射幅を大きくしたときに形成されるマーク形態を示しており、同心を中心としてリング状の凹凸マークが複数形成される。その形成機構も明らかではないが、例えば光の回折現象による影響ではないかと考えられる。本実施例によるかかる形態のドットマークMの大きさは、加工径が $15\mu\text{m}$ 以上となる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】 ウェハ本体wの表面に透明薄膜Fを形成したのちに、同薄膜Fの上からレーザー光を照射して透明薄膜Fを破壊することなく、同透明薄膜Fと共にウェハ本体wにドットマークMを形成するのに適した透明薄膜として、既述したシリコン酸化膜、PSG膜、BSG膜、シリコン窒化膜、或いはアルミナ膜を採用することが望ましい。特に、CVD法による成膜が容易であり且つ高温による破壊が少ないシリコン酸化膜やアルミナ膜が好ましい。因みに、シリコン酸化膜の軟化点は 1600°C 、PSG膜及びBSG膜の軟化点は 900°C 付近、アルミナ膜の融点は 2055°C である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正内容】

【0032】 上述の透明薄膜のうち、シリコン酸化膜、PSG膜、BSG膜はガラスであるため、それらの

軟化点で液化することなく粘性の大きな塑性変形が可能となる状態となり、ウエハ本体 w の表面にこれらの透明薄膜 F を形成した半導体ウエハ W に、適当なエネルギーと波長をもつレーザー光を前記透明薄膜 F を通してウエハ本体 w に照射すると、前記軟化点を越えても粘性を示し、特にシリコン酸化膜にあっては 1 6 0 0 ~ 2 6 0 0 °C 付近までは、水の 1 0 0 万倍以上の粘性を有しており、シリコンウエハ本体の熔融物が飛散するときのエネルギーにも十分耐え得るため、膜自体が飛散することが抑制され、既に熔融しているシリコンと共に加工が可能となる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 6

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 3 6】 このように波長が選択されたレーザーマーキング装置を使って、透明薄膜 F が形成された半導体ウエハ W のドットマーキング領域の所定箇所に、図 4

(B) に示すように透明薄膜 F の上からパルスレーザー光を照射する。この照射により、レーザー光は単に透明薄膜 F を透過して、シリコンウエハ本体 w の表面で吸収され、そのエネルギーにより発熱して熔融する。この熔融と同時に、同図 (C) に示すように前記発熱が透明薄膜 F に伝達され、透明薄膜 F を軟化させる。前記ウエハ本体 w が熔融により変形して、既述したような周囲に盛り上がり部を有する藤壺型の微小な孔形状が形成される。

このウエハ本体 w の変形時に、前記透明薄膜 F は軟化しているため、同図 (D) に示すようにウエハ本体 w の変形に追従して破壊することなく前記孔形状に類似する形態に変形する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 3 7】 ドットマーク M の加工形状は、レーザーエネルギー、レーザー照射時間、レーザー照射面積、透明薄膜 F の膜厚、透明薄膜 F の粘度などの様々な要因により多様に変化させることができる。従って、図示例では前記ドットマーク M の形状を藤壺型に孔形状としているが、例えばウエハ面から外部にほぼ半球状に突出させることもできる。しかして、レーザー光による投入エネルギーが大きすぎると、シリコンウエハ本体の蒸気圧が高くなりすぎて、透明薄膜 F を突き破ってしまい、熔融シリコンが外部に飛散することになる。また、レーザー光による投入エネルギーが小さい場合には全くマーキング加工がなされない。そして、これらのレーザー光の投入エネルギーはレーザー光のパルス幅と相関のあることが判明した。しかし、透明薄膜 F が形成された半導体ウエハ W に対する本発明のドットマーキング方法を実施するにあたり、前記投入エネルギーをパルス幅により一義的に決めることはできず、透明薄膜 F の材質や膜厚にも影響される。